Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 15, No. 4, Oct- Nov 2019, p. 507-516

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 15، شماره 4، مهر - آبان 1398، ص. 516-507

مقایسه اثر ضدقارچی عصاره و روغن سیاهدانه با ایمازالیل بر دو رقم سیب انباری

سودابه عین‌افشار[*]

تاریخ دریافت: 1397/09/28
تاریخ پذیرش: 1398/01/17

چکیده

در این پژوهش اثر نگهدارندگی عصاره و روغن سیاهدانه به‌عنوان یک ماده ضدمیکروب طبیعی با قارچ‌کش ایمازالیل در دو رقم سیب رد و گلدن دلیشس مقایسه شد. روغن سیاهدانه و عصاره آن به روش استخراج با حلال استخراج گردیدند و در دو غلظت 0/1 و 0/2 درصد بر دو رقم سیب رد و گلدن دلیشس محلول‌پاشی شدند. سیب‌ها به‌همراه نمونه‌های شاهد (نمونه حاوی ایمازالیل و بدون هیچ نوع افزودنی) به مدت 6 ماه در سردخانه صفر درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. آزمون‌های شمارش کلی میکروبی، کپک و مخمر، سختی بافت، بریکس، اسیدیته، حسی، درصد ضایعات، رطوبت و ویتامین ث به مدت 6 ماه (هر ماه) انجام شد. نتایج نشان داد سیب رقم گلدن دلیشس با $8/16×10^3$ عدد در مقایسه با رقم رد با $9/05×10^3$ عدد ویژگی‌های میکروبی بهتر و بریکس (17/5)، رطوبت(80/07 درصد) و ویتامین ث (2/02mg/100g) بیشتری داشت اما بافت رقم رد با 3/01 N سخت‌تر، ضایعات (3/63 درصد) کمتر و پذیرش کلی (3/72) بالاتری داشت. اثر مواد ضدمیکروب بر بافت و اسیدیته ارقام سیب معنی‌دار نبود ولی بر مقدار ویتامین‌ث معنی‌دار (P<0/05) بود. طی انبارداری به مدت شش ماه، تمام نمونه‌ها با افت کیفی همراه بودند، به‌طوری‌که افزایشی در شمارش کلی میکروب‌ها (از $2/11×10^3$ عدد در ماه اول به $15/33×10^3$ عدد در ماه ششم) و کپک و مخمر (از 111 عدد در ماه اول تا $6/25×10^3$ در ماه ششم) و کاهش معنی‌داری را در سایر پارامترهای کیفی نشان دادند. اثر مواد ضدمیکروب به‌کاررفته بر کپک و مخمر بیشتر از شمارش کلی میکروبی بود. در مقایسه با شاهد، نمونه‌های حاوی روغن و عصاره سیاهدانه میزان کپک و مخمر بسیار کمتری طی شش ماه نگهداری داشتند. به‌طورکلی می‌توان بیان کرد عصاره و روغن سیاهدانه به‌عنوان موادی جایگزین ایمازالیل یا مواد مشابه معرفی می‌گردند که توانایی ممانعت از گسترش فساد میکروبی سیب را دارند.

واژه‌های کلیدی: انبارداری، ایمازالیل، سیاهدانه، سیب رقم رد، سیب رقم گلدن‌دلیشس، ضد قارچ.

مقدمه

سیب و فراورده‌های آن نقش عمده‌ای در اقتصاد کشاورزی ایران دارند. میوه سیب، پس از انگور، مهمترین محصول باغی کشور است که 9/1 درصد از سطح بارور و 16/3 درصد از تولید میوه کشور در سال 1395 را به‌خود اختصاص داده است (بی‌نام، 1395). ایران در تولید جهانی سیب دارای رتبه چهارم است و همه ساله حجم بالایی سیب در کشور تولید می‌شود که به‌منظور عرضه در خارج از فصل و حفظ ویژگی‌های خاص، در سردخانه نگهداری می‌شود و بخش قابل توجهی از ظرفیت سردخانه‌های بالای صفر به نگهداری آن اختصاص یافته است. حدود 90 درصد از حجم سردخانه‌های کشور برای نگهداری سیب‌های گلدن دلیشس و رد دلیشس مورد استفاده قرار می‌گیرد (بی‌نام، 1369). بیماری‌های بعد از برداشت سیب که عمدتا توسط قارچ‌ها ایجاد می‌شوند خسارت قابل توجهی را به کمیت و کیفیت این محصول وارد می‌کنند. برای کنترل بیماری‌های قارچی از قارچ‌کش‌هایی مانند ایمازالیل استفاده می‌شود (Nunes, *et al.*, 2001). این قارچ‌کش‌ها معمولا در طبیعت به کندی تجزیه می‌شوند و باقی‌مانده آن‌ها در طبیعت از یک سو باعث ایجاد مسمومیت برای انسان و سایر موجودات زنده شده سلامت مصرف کنندگان و محیط زیست را به‌مخاطره می‌اندازند از سوی دیگر، باعث ایجاد و گسترش جدایه‌های مقاوم بیمارگر به این قارچ‌کش‌ها می‌گردند (Karaman, *et al.*, 2001). لذا این امر دانشمندان را بر آن داشته تا به تولید مواد جدید ضدقارچی تجزیه‌شونده که توانایی سازگاری با محیط زیست را دارند و به آسانی قابل تهیه می‌باشند، روی آورند. گزارش‌های متعددی وجود دارد که نشان‌دهنده خواص ضدمیکروبی و ضدقارچی اسانس‌ها است. ترکیب‌هایی همچون سینئول، کامفور، لینالول، آلفا پینن، بتا پینن، برنئول، کارون، لیمونن، کاراواکرول، سیمن، کامفن،آلفا ترپینئول که در اسانس اندام‌های

- استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، AREEO، مشهد، ایران
(* - نویسنده مسئول: Email: s.einafshar@areeo.ac.ir)
DOI: 10.22067/ifstrj.v15i2.77650

مختلف گیاهی وجود دارند دارای خواص ضدمیکروبی و ضدقارچی هستند (Soltani pour, 2002).

تا کنون پژوهش‌های فراوانی در مورد ارزیابی اثر ضدمیکروبی انواع اسانس، عصاره و ادویه‌ها صورت گرفته است. این پژوهش‌ها نشان می‌دهند این مواد، توانایی ممانعت از رشد دامنه وسیعی از میکرواورگانیسم‌های بیماری‌زا و عامل فساد در مواد غذایی را دارند. از آنجا که این ترکیبات کاملا طبیعی هستند زیان آن‌ها برای سلامت انسان و محیط زیست بسیار کمتر از مواد نگه‌دارنده شیمیایی است (Arras and Vsaei, 2001).

مهمترین عامل آلوده‌کننده سیب در انبار کپک *پنی سیلیوم اکسپانسوم* است که حتی در صفر درجه سانتی‌گراد نیز در سردخانه رشد می‌کند، اگرچه رشد آن کند می‌شود (Snowdon, 1990). در حال حاضر به‌منظور کنترل آلودگی قارچی از مواد مختلفی مانند کلر، دی‌اکسیدگوگرد، بنزیمیدازول، بنومیل، 2- آمینو بوتان، ایمازالیل و دی‌کلران استفاده می‌شود (راحمی، 1373).Cano و همکاران (1987) اثر بنزیمیدازول و ایمازالیل در کنترل مهمترین بیماری‌های قارچی پس از برداشت دو رقم سیب در سردخانه را بررسی کردند و نشان دادند این دو قارچ‌کش ضمن کنترل قارچ‌ها بر اسیدیته و قند کل رقم‌های سیب نیز تاثیر معنی‌داری داشت. سیب با مخلوط سدیم‌اوفنیل‌فنات و آمونیم (0/5%) و مخلوط ایمازالیل و سدیم‌اوفنیل فنات، تیابندازول و گلوتارالدهید، فرمل و بنزالکونیوم‌کلراید ضدعفونی شد و اثر مواد ضدعفونی کننده در کنترل *پنیسیلیوم اکسپانسوم*[1] ارزیابی و نشان داده شد سدیم‌اوفنیل‌فنات دارای تاثیر بیشتری بود (Sus & Vinas, 1990).

روغن سیاهدانه دارای ترکیباتی مانند کارون، آلفاپینن، سابینن، بتاپینن و پی‌سیمن است که از آن میان آلفاپینن دارای اثر ضدعفونی کنندگی است (میرزا و همکاران، 1375). با استفاده از صفحات اشباع شده از دی‌اتیل‌اتر عصاره سیاهدانه استخراج شد و نشان داده شد این صفحات از رشد باکتری‌های گرم مثبت مانند *استافیلوکوکوس‌اورئوس* و گرم منفی مانند *سودوموناس ائروژینوزا و اشرشیاکلی*[2] و یک مخمر به نام *کاندیداآلبیکانس* ممانعت کرد (Hanafy &, Hatem 1991). Akgol (1989) نشان داد دانه‌های سیاهدانه حاوی اسانس روغنی هستند که در شرایط آزمایشگاهی از رشد ده قارچ ممانعت کرد و تاثیر ممانعت‌کنندگی اسانس بر باکتری‌ها بیشتر از قارچ‌ها بود. Shayeb و Mabrouk (1984) غلظت‌های مختلف سیاهدانه در محیط کشت ذرت و برنج (RC) را به‌کار برد و نشان داد سیاهدانه تا حدود 90- 85% از تولید آفلاتوکسین ممانعت نمود. درحالی‌که نمونه شاهد تنها 10% اثر ممانعت‌کنندگی داشت. Rathee و همکاران (1987) در

1 *Penicillium Expansum*
2 *Eshershia coli*

شرایط آزمایشگاهی فعالیت ضدمیکروبی روغن‌ها و مواد غیرقابل‌صابونی سیاهدانه را بررسی کردند و فعالیت‌های ضدقارچی و ضدمیکروبی آن‌ها را به وضوح نشان دادند.

اثرضدمیکروبی روغن پرس سرد سیاهدانه علیه گونه‌های میکروبی متفاوت از قبیل *اشرشیاکلی، سودوموناس آئروژنس*[3]، *استافیلوکوکوس اورئوس*[4]، *باسیلوس سوبتلیس*[5]، *آسپرژیلوس نایجر*[6]، *آسپرژیلوس فلاووس*[7]، *کاندیدا آلبیکانس*[8] و *ساکارومایسس سرویه*[9] بررسی و مشخص شد روغن سیاهدانه علیه همه این میکروارگانیسم‌ها به‌جز *آسپرژیلوس نایجر و آسپرژیلوس فلاووس* اثر بازدارندگی داشت (Ramadan *et al*., 2012).

روغن سیاهدانه اثر سوء نیتریت را کاهش می‌دهد و اثر بازدارندگی بر سرطان کبد ناشی از نیتروز دارد. لازم به‌ذکر است روغن سیاهدانه از سوی سازمان غذا و داروی آمریکا به‌عنوان GRAS[10] طبقه‌بندی شده است (Kaskoos *et al*., 2011). خواص ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی سیاهدانه در مطالعات متعدد گزارش شده و در برخی تحقیقات در موادغذایی مختلف استفاده شده است، اما تا کنون اثرات ضدمیکروبی روغن سیاهدانه با رویکرد جایگزینی قارچ‌کش‌های شیمیایی در محصولات انباری مورد توجه قرار نگرفته است. به‌علاوه به‌واسطه گزارشاتی مبنی بر کاهش اثر سوء مواد شیمیایی با سیاهدانه و همچنین اثرات سلامت بخش آن، به‌نظر می‌رسد استفاده از روغن سیاهدانه در افزایش عمر انباری محصولات کشاورزی حائز اهمیت است. لذا در این پژوهش امکان جایگزینی روغن سیاهدانه و عصاره آن با انواع شیمیایی مانند ایمازالیل در افزایش عمر انباری دو رقم سیب بررسی شد.

مواد و روش‌ها

دانه‌های سیاهدانه (*Nigella Sativa*) تایید شده از مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی تهیه شد. مواد اضافی آن جدا شده دانه‌ها شستشو و در دمای اتاق تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند. دانه‌های سیاهدانه به‌وسیله آسیاب معمولی آزمایشگاهی (هیتاچی، 1231) به پودر تبدیل و سپس با استفاده از دستگاه سوکسله روغن آن استخراج گردید (Gharbi *et al*., 2015).

3 *Psudomonas Aerogenes*
4 *Estaphylococcus Aureos*
5 *Basilus Subtilis*
6 *Asperjilus Niger*
7 *Asperjilus Flavoos*
8 *Candida Albikanc*
9 *Saccaromyses Cerevisieh*
10 Generally Regarded As Safe

برای استخراج عصاره، پودر آسیا شده سیاهدانه به نسبت 1 به 20 با اتانول 80 درصد مخلوط شد و طی یک شبانه روز در دمای اتاق مخلوط و صاف شد. بر روی صافی مجددا به همان نسبت اتانول تازه افزوده گردید و فرایند فوق تکرار شد حلال توسط آون تحت خلا (در دمای 50 درجه سانتی‌گراد) خشک شد (Isik *et al*., 2017) .

عصاره اتانولی و روغن سیاهدانه در دو غلظت0/1 و 0/2 درصد (ابوالحسن‌زاده و همکاران، 1396) بر روی دو رقم سیب (رد و گلدن دلیشس) محلول پاشی شد.

شاهد مثبت سیب‌هایی بودند که قارچ‌کش ایمازالیل (P.P.M 2000) بر روی آن محلول‌پاشی شد و شاهد منفی، هیچ نوع محلول‌پاشی بر روی سیب‌ها انجام نشد.

سیب‌های محلول‌پاشی شده به‌همراه نمونه‌های شاهد در سرد خانه صفر درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی90 درصد به مدت 6 ماه نگهداری شدند و در زمان صفر و هر ماه به مدت 6 ماه آزمون‌های زیر انجام شد:

شمارش کلی میکروبی: در محیط کشت PCA[1] (Oranusi and Wasley, 2012).

شمارش کپک و مخمر: در محیط کشت SDA[2] (Oranusi and Wasley, 2012).

سختی بافت

با استفاده از پنترومتر دستی، تکه‌هایی از پوست دو سمت متقابل میوه با تیغه مخصوصی برداشته و استوانه فلزی دستگاه را در بخش بدون پوست فرو برده و میزان سفتی بر اساس کیلوگرم بر سانتی مترمربع یادداشت گردید.

درصد مواد جامد محلول

با استفاده از رفرکتومتر رومیزی مدل Shouchit tangliang اندازه‌گیری شد.

رطوبت

رطوبت مقدار معین آلبالو با استفاده از آون‌الکتریکی (Gerhardt) در دمای 105 درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به عدد ثابت اندازه‌گیری شد.

1 Plate Count Agar
2 Saboroad Dextrose Agar

اسیدیته

به‌منظور اندازه‌گیری اسیدیته مقدار معینی از نمونه توزین شده، تا حد امکان پالپ گردید و تا 100 میلی‌لیتر رقیق شد 5 میلی‌لیتر از آن مجددا با آب تا 100 میلی‌لیتر رقیق شد و با سود 0/1 نرمال در حضور فنل فتالئین تا رسیدن به pH 8/2 تیتر شد اسیدیته بر حسب اسید مالیک و با استفاده از معادله ی زیر محاسبه شد.

$$\text{اسیدیته} = (V \times 0/0067 \times 100)/12/312 \quad (1)$$

V= حجم اسید مصرفی

پذیرش کلی مصرف کننده: بر اساس روش تست پنج نقطه‌ای (هدونیک)

درصد کاهش وزن

برای اندازه‌گیری میزان کاهش وزن از یک ترازوی آزمایشگاهی (A&D 500A، ژاپن) بـا دقـت 0/01 گـرم، استفاده شد. هر واحد آزمایشی پس از تیمار و قبل از انتقال به سردخانه توزین و در پایان هر ماه نگهداری در سردخانه مجدداً وزن شد. با محاسبهٔ تفاوت وزن اولیه و ثانویه، درصد کاهش وزن محاسبه و گزارش شد.

درصد ویتامین ث

به روش تیتراسیون با 2 و 6، دی‌کلروفنل‌ایندوفنل تا ظهور رنگ صورتی انجام شد. نتایج بر حسب میلی‌گرم اسید اسکوربیک در 100 گرم نمونه (mg/100gr) گزارش شد (Wu *et al*., 2012).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های حاصل از آزمایش‌های مختلف با استفاده از آزمایش فاکتوریل با پایه طرح کاملاً تصادفی تجزیه و تحلیل آماری شدند. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار آماری MSTATC استفاده شد و میانگین‌های حاصل با استفاده از آزمون دانکن در سطح 5 درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

اثر رقم سیب بر خصوصیات کمی، کیفی و میکروبی ارقام سیب انبار شده در سردخانه

جدول 1 مقایسات میانگین خصوصیات کمی و کیفی دو رقم سیب را نشان می‌دهد. این جدول نشان می‌دهد سیب رقم گلدن در مقایسه با رقم رد ویژگی‌های میکروبی بهتری داشت و به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) شمارش کلی میکروبی و شمارش کپک و مخمر پایین‌تری از خود نشان داد (شمارش کلی $8/16\times10^4$ عدد رقم گلدن در مقابل $9/05\times10^4$ عدد رقم رد و کپک و مخمر $2/3\times10^2$

عدد رقم گلدن در مقابل $3/02\times10^2$ عدد رقم رد). از سوی دیگر به‌طور معنی‌داری بافت رقم گلدن در مقایسه با رقم رد سخت‌تر بود و بریکس، ضایعات و ویتامین‌ث آن نیز بیشتر بود. رقم رد از نظر پذیرش کلی مصرف‌کنندگان نیز اعداد بالاتری را به‌خود اختصاص داد. این دو رقم تفاوت معنی‌دار ی از نظر اسیدیته و رطوبت با یکدیگر نداشتند. گنجی مقدم و نیکخواه (1384) گزارش کردند صفات حسی رقم رد دلیشس نسبت به رقم گلدن دلیشس برتری داشت همچنین بافت این رقم نیز سخت‌تر اما بریکس آن کمتر بود. همچنین یافته‌های یاوری و همکاران (1393) با تایید یافته‌های این پژوهش مقدار مواد جامد محلول رقم گلدن را بیش از رقم رددلیشس و مقدار اسیدیته را یکسان گزارش نمودند. همچنین Cano و همکاران (1987) اعداد مشابهی را برای اسیدیته و اعداد مختلفی را برای مقدار ویتامین ث موجود در ارقام سیب گزارش نمودند.

جدول - مقایسات میانگین اثر رقم بر خصوصیات کمی و کیفی سیب

نوع رقم	شمارش کلی $\times10^4$(عدد)	کپک و مخمر $\times10^2$ (عدد)	بافت(N)	Bx	آزمون حسی	ضایعات (درصد)	رطوبت (درصد)	ویتامین ث (mg/100g)	اسیدیته (درصد)
گلدن دلیشس	$8/157^{b}$	$2/306^{b}$	$6/267^{b}$	$17/509^{a}$	$3/426^{b}$	$10/01^{a}$	$80/067^{a}$	$2/025^{a}$	$0/074^{a}$
رد دلیشس	$9/046^{a}$	$3/019^{a}$	$7/162^{a}$	$16/055^{b}$	$3/722^{a}$	$3/632^{b}$	$79/48^{a}$	$1/549^{b}$	$0/086^{a}$

حروف بالانویس مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) هستند

اثر نوع ماده ضدمیکروب بر خصوصیات کمی، کیفی و میکروبی ارقام سیب انبار شده در سردخانه

مقایسات میانگین اثر انواع مواد ضدمیکروب به‌کار رفته در این تحقیق در جدول 2 خلاصه شده است. جدول 2 نشان می‌دهد کمترین مقدار شمارش کلی میکروبی در نمونه ایمازالیل مشاهده شد و شمارش کلی میکروبی نمونه‌های حاوی عصاره و روغن سیاهدانه در هر دو درصد اختلاف معنی‌داری با ایمازالیل داشتند. عصاره و روغن سیاهدانه در کنترل آلودگی محصولات مختلف موثر می‌باشند Rabie, and Marzouk, 2010 ; Khaleghi, *et al*., 2016) ;Alnaemi and Alsawaf, 2010). اثرات ضدباکتریایی روغن سیاهدانه به دلیل حضور تیموکینون (یکی از ترکیبات عمده در روغن سیاهدانه) است. مکانیسم اثر تیموکینون، بازدارندگی آن از سنتز RNA و پروتئین در باکتری است. همچنین آلفا- پینن موجود در روغن سیاهدانه نیز دارای فعالیت ضدباکتریایی می‌باشد (Kahsai, et al., 2001). ارقام سیب محلول‌پاشی شده با روغن سیاهدانه در غلظت 0/2 درصد و عصاره سیاهدانه در دو غلظت به‌کار رفته در مقایسه با شاهد اثرات ممانعت‌کنندگی معنی‌داری را در شمارش کلی میکروبی از خود نشان دادند اما در مقایسه با قارچ‌کش شیمیایی این اثر کمتر بود که احتمالا به دلیل غلظت کم ماده به‌کار رفته در این پروژه باشد. اثر روغن سیاهدانه بر کاهش بار میکروبی، بوسیله ابوالحسن‌زاده و همکاران (1396) گزارش شده است. این محققین حداقل تاثیر را در غلظت 2 درصد گزارش کردند لذا چنانچه درصدهای بالاتری از عصاره و روغن سیاهدانه بکار رود انتظار می‌رود اثار ضدباکتری روغن و عصاره سیاهدانه بیشتر مشهود باشد.

مقدار کپک و مخمر رشد کرده در سیب‌ها در مورد ایمازالیل ($1/944\times10^2$عدد) و عصاره 0/2 درصد ($1/917\times10^2$عدد)، کمترین مقدار و در نمونه‌های شاهد ($3/639\times10^2$ عدد) و عصاره 0/1 درصد ($3/306\times10^2$ عدد) بیشترین مقدار بود. عصاره سیاهدانه در غلظت 0/2 درصد به اندازه یک ماده شیمیایی بر رشد قارچ‌ها اثر ممانعت‌کنندگی داشت. اثرات ضدقارچی روغن سیاهدانه علیه *آسپرژیلوس فومیگاتوس* و *آسپرژیلوس فلاووس* قبلا گزارش شده است (مینوئیان حقیقی و خسروی، 1390).

میزان ضایعات نمونه‌های سیب در مورد روغن سیاهدانه در غلظت 0/1 درصد (8/428%) به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر نمونه‌ها بود. نوع ماده ضدمیکروب تاثیر معنی‌داری بر بافت، رطوبت و اسیدیته نمونه‌های سیب نداشت. پوشش‌های مختلف بر بافت سیب تاثیر می‌گذارند، پوشش سیب موجب حفظ سفتی بافت سیب می‌گردد Ju and Curry, 2000 و1953 ,.Hall *et al*). گنجی مقدم و نیکخواه (1384) نیز نشان دادند کاربرد روغن‌های گیاهی موجب حفظ بافت شده، نمونه‌های پوشش داده شده با 2 درصد روغن سیاهدانه در هر دو رقم رد و گلدن دلیشس موجب سفتی بافت سیب شدند.

مقدار مواد جامد محلول در اثر محلول پاشی با روغن و عصاره سیاهدانه ثابت بود تنها نمونه شاهد با 16/93 درصد و نمونه‌های حاوی 0/1 درصد روغن سیاهدانه با 16/53درصد بدون داشتن اختلاف معنی‌دار به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار مواد جامد محلول را دارا بودند. گنجی مقدم و نیکخواه (1384) هم نشان دادند درصد مواد جامد محلول در سیب‌های حاوی روغن‌های گیاهی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند.

مقدار ویتامین‌ث به‌طور معنی‌داری در نمونه‌های حاوی 0/1 درصد روغن سیاهدانه با 2/13 mg/100gr بیشترین مقدار و در نمونه شاهد با 1/663 mg/100gr کمترین مقدار بود.

Zhang و همکاران (2009) تاثیر انبارداری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و کیفی نمونه‌هایی که توسط مواد ضدمیکروب طبیعی نگهداری شدند را بررسی نمود و نشان داد طی یک ماه انبارداری مقدار ویتامین‌ث، مواد جامد کل، سختی بافت و پوشش‌های مختلف بر روی پوست میوه بر پذیرش کلی مصرف‌کنندگان موثر است. نتایج نشان دادند اسیدیته، درصد افت و ضایعات نمونه‌های سیب افزایش یافت. پذیرش کلی مصرف‌کننده، در تمام نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری نداشتند. Scott و همکاران (1995) ایجاد حالت روغنی حاصل از روغن خردل و روغن پالم روی پوست میوه سبب را گزارش کردند و نشان دادند امولسیون‌های لیپیدهای خنثی، فسفولیپیدها یا روغن‌های گیاهی تصفیه شده و تصفیه نشده حالت روغنی روی پوست میوه و بوی نامطبوع ایجاد نمی‌کنند. Ju و Curry (a2000) همچنین گزارش نمودند میوه سیب رقم گرانی اسمیت محلول‌پاشی شده با روغن ذرت با انواع بدون محلول‌پاشی شده از نظر نرمی بافت، اسید قابل تیتر و مواد جامد محلول با انواعی که تازه برداشت شده بودند قابل مقایسه بود. Ju و Curry (b2000) نشان دادند تیمار با روغن‌های گیاهی، رنگ میوه، سفتی بافت، مواد جامد انحلال‌پذیر و اسید قابل تیتراسیون میوه سیب رقم‌های رد و گلدن دلیشس را حفظ می‌کند و طعم نامطلوب در میوه‌های تیمار شده با روغن‌های گیاهی به‌وجود نمی‌آید.

جدول2- مقایسات میانگین اثر مواد ضدمیکروب بر خصوصیات کمی و کیفی سیب

ماده ضدمیکروب	شمارش کلی ×10^4(عدد)	کپک و مخمر ×10^2 (عدد)	بافت(N)	Bx	آزمون حسی	ضایعات (درصد)	رطوبت (درصد)	ویتامین ث (mg/100g)	اسیدیته (درصد)
روغن سیاهدانه 0/1%	15/83^{a}	2/806^{a}	6/625^{a}	16/53^{a}	3/889^{a}	8/428^{a}	80/98^{a}	1/711^{ab}	0/083^{a}
روغن سیاهدانه 0/2%	7/972^{c}	2/361^{a}	6/647^{a}	16/89^{a}	3/722^{a}	6/614^{b}	78/05^{a}	1/862^{ab}	0/074^{a}
عصاره 0/1%	5/917^{d}	3/306^{a}	6/708^{a}	16/83^{a}	3/333^{a}	6/683^{b}	80/14^{a}	2/13^{a}	0/083^{a}
عصاره 0/2%	5/194^{d}	1/917^{b}	6/889^{a}	16/79^{a}	3/306^{a}	6/314^{b}	80/77^{a}	1/667^{b}	0/073^{a}
شاهد	12/75^{b}	3/639^{a}	6/681^{a}	16/93^{a}	3/528^{a}	7/067a^{b}	80/56^{a}	1/663^{b}	0/061^{a}
ایمازالیل	3/944^{e}	1/944^{b}	6/736^{a}	16/73^{a}	3/667^{a}	5/828^{ba}	78/14^{a}	1/691^{b}	0/105^{a}

حروف بالانویس مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) هستند

اثر انبارداری بر خصوصیات کمی، کیفی و میکروبی ارقام سیب انبار شده در سردخانه

جدول 3 مقایسات میانگین اثر 6 ماه انبارداری را بر خصوصیات کمی و کیفی ارقام سیب نشان می‌دهد. جدول 3 نشان می‌دهد شمارش کلی میکروبی و کپک و مخمر طی 6 ماه نگهداری در سردخانه افزایش یافتند. سیب‌های انبار شده تا 1 ماه کمترین مقدار آلودگی را نشان دادند. سختی بافت نمونه‌های سیب طی شش ماه نگهداری در حدود 1/3 نیوتن و مقدار بریکس در حدود 1/1 درصد کاهش یافت (از 17/26% در ماه اول به 16/1% در ماه ششم). پذیرش کلی مصرف کنندگان روندی نزولی داشت به‌طوریکه پذیرش کلی مصرف‌کنندگان نمونه‌های ماه اول (4/287) تا ماه ششم (2/722) در حدود 1/5 واحد کاهش یافت. کاهش میزان پذیرش کلی با افزایش زمان انبارمانی احتمالا به دلیل افزایش تخلخل و آردی شدن، کاهش احساس دهانی و نیز کاهش طعم مناسب باشد به‌طوری که در سیب قرمز لبنانی نیز مقدار پذیرش کلی در ماه اول کم شد (Mehina Gic *et al.*, 2004). جعفریان و همکاران (1391) نشان دادند بین شاخص بریکس میوه سیب و مدت انبارمانی همبستگی مثبت وجود دارد. کاشانی‌نژاد و همکاران (1377) نیز به این نتیجه رسیدند که با افزایش زمان نگهداری شاخص بریکس در نمونه‌های سیب افزایش یافت. اما با توجه به تاثیرات منفی عصاره و روغن سیاهدانه بر شاخص‌های رسیدگی احتمالا دلیل ثابت بودن بریکس اثر حفاظتی مواد پوششی بر رسیدگی سیب است. مقدار ضایعات نمونه‌های سیب نیز در طی 6 ماه نگهداری افزایش یافت. تفاوت بین مقدار ضایعات در ماه اول تا چهارم معنی‌دار نبود. اما از ماه پنجم مقدار ضایعات نمونه های سیب در مقایسه با ماه‌های اول و دوم معنی‌دار شد و از 5/589 درصد در ماه اول به7/62 درصد در ماه پنجم و سپس به 8/422 درصد در ماه ششم افزایش یافت. مقدار رطوبت نمونه‌های سیب در طی 6 ماه نگهداری مرتبا کاهش یافت و از 81/53 درصد ماه اول به 75/54 درصد در ماه ششم رسید. میزان ویتامین‌ث نمونه‌های سیب طی شش ماه نگهداری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت به‌طوری‌که از 4/82 در ماه اول به 0/387 mg/100g در ماه ششم رسید. کاهش ویتامین ث در ماه اول تا سوم معنی‌دار بود در ماه چهارم تاششم این کاهش معنی‌دار نبود. مقدار اسیدیته نمونه‌های سیب نیز کاهش یافت و از 0/098 به 0/051 درصد رسید.

جدول 3- مقایسات میانگین اثر 6 ماه انبارداری بر خصوصیات کمی و کیفی سیب

انبارداری (ماه)	شمارش کلی $\times 10^4$(عدد)	کپک و مخمر$\times$ 10^2 (عدد)	بافت (N)	Bx	آزمون حسی	ضایعات (درصد)	رطوبت (درصد)	ویتامین ث mg/100g	اسیدیته (درصد)
1	2/111 ^{f}	0/111^{e}	7/306^{a}	17/26^{a}	4/278^{a}	5/589^{c}	81/53^{a}	4/82^{a}	0/098^{a}
2	4/583 ^{e}	0/694^{e}	7/236^{a}	17/32^{a}	0/083^{a}	5/842^{c}	80/44^{a}	2/815^{b}	0/118^{a}
3	7/639^{cd}	1/75^{d}	6/833^{a}	17/05^{a}	3/806^{a}	6/32^{bc}	80/92^{a}	1/337^{c}	0/081^{a}
4	9/889^{c}	3/056^{c}	6/567^{ab}	16/63^{ab}	3/417^{a}	7/083^{abc}	80/36^{a}	0/786^{cd}	0/071^{a}
5	12/06^{b}	4/11^{b}	6/317^{ab}	16/33^{b}	3/139^{a}	7/672^{ab}	79/85^{a}	0/587^{cd}	0/059^{a}
6	15/33^{a}	6/25^{a}	6/028^{b}	16/1^{b}	2/722^{a}	8/422^{a}	75/54^{a}	0/378^{d}	0/051^{a}

حروف بالانویس مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار ($P<0/05$) هستند

اثر متقابل رقم و ماده ضدمیکروب بر خصوصیات کمی، کیفی و میکروبی ارقام سیب انبار شده در سردخانه

جدول 4 مقایسات میانگین اثر رقم و ماده ضدمیکروب را بر خصوصیات کمی و کیفی ارقام سیب نشان می‌دهد. همانطور که از داده‌های این جدول نمایان است اثر متقابل رقم و ماده ضدمیکروب بر خصوصیات کمی و کیفی ارقام سیب معنی‌دار است. نتایج نشان داد که ایمازالیل و عصاره 0/2 درصد سیاهدانه موثرترین ماده ضدمیکروب در رقم گلدن دلیشس (به‌ترتیب $2/5\times10^4$ و$10^4\times$ 4/22) بودند. شمارش کلی سیب‌های رقم گلدن دلیشس حاوی 0/1 درصد روغن سیاهدانه سیاهدانه با $19/83\times10^4$بالاترین میزان را نشان داد ولی درصدهای بالاتر از روغن سیاهدانه و عصاره سیاهدانه و نیز شاهد رقم گلدن دلیشس در مقایسه با رقم رد دلیشس اعداد کمتری را نشان دادند. به‌طورکلی می‌توان گفت رقم گلدن دلیشس نسبت به ماده ضدمیکروب عکس العمل بهتری را در مقایسه با رقم رد نشان داد. میزان رشد کپک‌ها و مخمرها در رقم رد دلیشس نمونه شاهد بیشترین و در رقم گلدن دلیشس نمونه حاوی ایمازالیل کمترین مقدار بودند. سیب‌های رقم گلدن نمونه‌های شاهد و محلول‌پاشی شده با 0/2 روغن و عصاره سیاهدانه و رقم رد دلیشس حاوی 0/1 و 0/2 روغن سیاهدانه و 0/2 عصاره سیاهدانه نیز بدون داشتن اختلاف معنی‌داربا یکدیگر مقدار رشد کپک و مخمر قابل قبولی داشتند. به‌طور کلی می‌توان گفت که رقم رد حاوی عصاره‌ها و روغن سیاهدانه مقاومت بیشتری را در مقایسه با رقم گلدن از نظر میزان رشد کپک‌ها و مخمرها از خود نشان داد. نتایج این تحقیق وجود فعالیت ضدمیکربی روغن و عصاره سیاهدانه را که توسط میرزا و همکاران (1375) گزارش شده بود تایید نمود و نیز این داده‌ها با نتایج

Sholdberg و Gaunce (1995) که دو قارچ‌کش را برای جلوگیری از فعالیت قارچ‌ها معرفی کردند و نیز نتایج Hanafy و Hatem (1991) که نشان دادند عصاره سیاهدانه از رشد مخمر کاندیدا ممانعت می‌کند و نیز Rathee (1987) که نشان دادند در شرایط آزمایشگاهی روغن سیاهدانه دارای خاصیت ضدقارچی است هماهنگ بود. اما با نتایج Akgul (1989) که نشان داد اثر ضدمیکربی روغن سیاهدانه بر روی باکتری‌ها از قارچها موثرتر بود مطابقت نداشت زیرا در این تحقیق اثر روغن سیاهدانه و عصاره بر شمارش کلی میکروبی از نمونه‌های شاهد کمتر بود.

تاثیر کم برخی از مواد به‌کار رفته در این تحقیق احتمالا به دلیل عدم غلظت‌های بالاتری از روغن یا عصاره سیاهدانه باشد زیرا Burt (2004) نشان داد باید غلظت‌های بالاتری از روغن سیاهدانه را برای رسیدن به همان اثر محیط کشت در ماده غذایی به‌کار برد.

سختی بافت سیب رقم رد دلیشس حاوی 0/2 درصد عصاره با 7/67 N، بدون داشتن اختلاف معنی دار ($P<0/05$)، بیشترین مقدار بود. کلیه تیمارهای سیب رقم رد دلیشس بدون داشتن اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) بالاتر از رقم گلدن دلیشس بودند.

مقدار بریکس کلیه نمونه‌های حاوی مواد ضدمیکروب و شاهد رقم گلدن بیشتر از رقم رد بود. مقدار بریکس نمونه حاوی 0/1 درصد عصاره سیاهدانه در رقم گلدن (بریکس17/66) بالاترین مقدار بریکس و نمونه حاوی 0/1 درصد روغن سیاهدانه رقم رد (بریکس 15/59) کمترین بریکس را نشان داد.

مصرف‌کنندگان بالاترین میزان پذیرش را به سیب رقم رد دلیشس حاوی 0/1 درصد روغن سیاهدانه سیاهدانه و کمترین میزان را به سیب رقم گلدن حاوی 0/1 درصد عصاره سیاهدانه دادند. نمونه‌های شاهد رقم گلدن و ایمازالیل رقم رد نیز اعداد بالاتری را در مقایسه با نمونه‌های شاهد رقم رد و ایمازالیل رقم گلدن به‌خود اختصاص دادند.

بالاترین میزان درصد ضایعات مربوط به سیب‌های رقم گلدن حاوی 0/1 درصد روغن سیاهدانه سیاهدانه بود و کمترین میزان ضایعات مربوط به سیب‌های رقم رد حاوی 0/2 درصد عصاره.

مقدار رطوبت نمونه های سیب رقم گلدن حاوی انواع روغن و عصاره سیاهدانه (به‌جز در مورد سیب رقم رد حاوی ایمازالیل) بیشتر از کلیه سیب‌های رقم رد بود.

مقدار ویتامین‌ث در نمونه‌های سیب رقم گلدن بیشتر از رقم رد بود کمترین میزان ویتامین ث مربوط به نمونه شاهد رقم رد (1/303 mg/100g) و بیشترین آن مربوط به سیب رقم گلدن حاوی 0/2 درصد عصاره بود.

اسیدیته سیب‌های رقم گلدن کمتر از رقم رد حاوی روغن سیاهدانه بود ولی این موضوع در مورد سیب‌های حاوی عصاره سیاهدانه برعکس بود. شاهد رقم گلدن مقدار اسیدیته کمتر ولی سیب‌های رقم رد حاوی ایمازالیل دارای بیشترین مقدار ویتامین‌ث بود.

جدول -4 مقایسات میانگین اثر متقابل مواد ضدمیکروب و رقم بر خصوصیات کمی و کیفی سیب

رقم و مواد ضدمیکروب	شمارش کلی $\times 10^4$	کپک و مخمر $\times 10^2$	بافت (N)	Bx	آزمون حسی	ضایعات (درصد)	رطوبت (درصد)	ویتامین ث (mg/100g)	اسیدیته (درصد)
گلدن دلیشس و روغن سیاهدانه 0/1%	19/83^{a}	3/61^{b}	6/25^{ab}	17/48^{a}	3/83^{a}	12/77^{a}	81/07^{a}	1/91^{a}	0/08^{a}
گلدن دلیشس و روغن سیاهدانه 0/2%	16/89^{b}	2/17^{c}	6/21^{ab}	17/46^{a}	3/56^{a}	9/62^{b}	79/5^{a}	2^{a}	0/08^{a}
گلدن دلیشس و عصاره0/1%	4/78^{b}	3/61^{b}	6/14^{ab}	17/66^{a}	3/06^{a}	9/9^{b}	79/08^{a}	2/44^{a}	0/07^{a}
گلدن دلیشس و عصاره0/2%	3/22^{fg}	1/61^{c}	6/08^{b}	17/41^{a}	2/94^{a}	9/63^{b}	80/11^{a}	1/87^{a}	0/06^{a}
گلدن دلیشس شاهد	10/72^{d}	1/94^{c}	6/44^{ab}	17/65^{a}	3/61^{a}	9/57^{b}	79/54^{a}	2/02^{a}	0/06^{a}
گلدن دلیشس و ایمازالیل	2/5^{g}	0/89^{d}	6/47^{ab}	17/4^{a}	3/56^{a}	8/58^{b}	81/1^{a}	1/91^{a}	0/08^{a}
رد دلیشس و روغن سیاهدانه0/1%	11/83^{d}	2^{c}	7^{a}	15/59^{b}	3/94^{a}	4/08^{c}	80/89^{a}	1/51^{a}	0/08^{a}
رد دلیشس و روغن سیاهدانه0/2%	9/06^{c}	2/56^{c}	7/08^{a}	16/31^{ab}	3/89^{a}	3/61^{c}	76/61^{a}	1/72^{a}	0/07^{a}
رد دلیشس و عصاره0/1%	7/06^{e}	3^{b}	7/28^{a}	16/01^{b}	3/61^{a}	3/47^{c}	81/2^{a}	1/82^{a}	0/09^{a}
رد دلیشس و عصاره0/2%	6/15^{f}	2/22^{c}	7/69^{a}	16/17^{b}	3/67^{a}	3^{c}	81/44^{a}	1/46^{a}	0/08^{a}
رد دلیشس شاهد	14/78^{c}	5/33^{a}	6/92^{a}	16/21^{b}	3/44^{a}	4/57^{c}	81/58^{a}	1/30^{a}	0/06^{a}
رد دلیشس و ایمازالیل	5/39^{f}	3^{b}	7^{a}	16/05^{b}	3/78^{a}	3/08^{c}	75/18^{a}	1/47^{a}	0/13^{a}

حروف بالانویس مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) هستند.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان دادند سیب رقم گلدن در مقایسه با رقم رد دلیشس ویژگی‌های میکروبی بهتری، بریکس، رطوبت و ویتامین ث بیشتری داشت اما بافت رقم رد سخت‌تر، ضایعات کمتر و پذیرش کلی بالاتری داشت. در این تحقیق اثرات مواد ضدمیکروب بر روی بافت و اسیدیته ارقام سیب معنی‌دار نبود ولی بر روی ویتامین‌ث معنی‌دار بود. در انبارداری به مدت شش ماه، تمام نمونه‌ها با افت کیفی همراه بودند. به‌طوری‌که ویژگی‌های میکروبی افزایشی را در شمارش کلی میکروب‌ها، کپک و مخمر و در نتیجه ضایعات نشان داد و سایر پارامترهای کیفی کاهش معنی‌داری را نشان دادند. اثر مواد ضدمیکرب به‌کار رفته در این طرح بر روی کپک و مخمر بیشتر از شمارش کلی میکربی بوده است. زیرا در مقایسه با شاهد، نمونه های حاوی مواد ضد میکرب خصوصا روغن سیاهدانه و عصاره سیاهدانه میزان کپک و مخمر بسیار کمتری را در طی شش ماه نگهداری نشان دادند. لذا می توان از عصاره و روغن سیاهدانه سیاهدانه به عنوان موادی جایگزین ایمازالیل یا مواد مشابه استفاده نمود و فساد میکروبی سیب را به تاخیر انداخت به گونه ای که پارامترهای کیفی سیب نیز تا حد امکان حفظ گردد.

منابع

ابوالحسن‌زاده، ا.، خانی، م.، فهیم دانش، م.، 1396، بررسی اثرات ضد میکروبی روغن سیاهدانه در سوسیس با نیتریت کاهش یافته. مجله میکروب‌شناسی مواد غذایی، سال سوم شماره 3، 1-18.

بی‌نام، 1369، آیین کار نگهداری سیب در سردخانه، استاندارد 946، تجدید نظراول چاپ چهارم، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

بی‌نام، 1395، آمارنامه کشاورزی سال زراعی95 - 1394. وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات نشریه، سال 1395 چاپ دوم.

جعفریان. م.، صدرنیا، ح.، آق خانی، م.ح.، 1391، بررسی اثر مواد پوششی بر خواص حسی و شاخص بریکس سیب طی انبارمانی جهت کاهش ضایعات. هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون، شیراز شهریور 1391.

راحمی، م.،1373، فیزیولوژی پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها، انتشارات دانشگاه شیراز.

کاشانی‌نـــژاد، م.، 1377، بررســـی اثر تحت فشـــار کلرورکلســـیم بر حفظ خصوصیـــات کیفـــی و ارگانوپتیکـــی ارقام مهم ســـیب در ســـردخانه، پایـــان نامه کارشناشـــی ارشـــد صنایع غذایی و فرآورده‌های کشـــاورزی. دانشـــگاه فردوســـی مشهد.176 صفحه

گنجی مقدم، ا.، نیکخ.اه، ش.، 1384، بررسی اثر کاربرد روغن‌های گیاهی بر خواص کمی و کیفی و افزایش عمر انبارمانی میوهٔ سیب ارقام گلدن و رد دلیشس. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد 6 (23)، 85-90.

میرزا، مهدی. سفیدکن، ف. احمدی، ل، 1375،روغن سیاهدانه‌های طبیعی استخراج شناسایی کمی و کیفی، کاربرد. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.

یاوری، ب.، چاپارزاده، ن.، نژاوند، س.، قدرتی، م.، محمدپور، ع.، 1393، تاثیر مدت زمان انبارداری سردخانه‌ای روی برخی خواص فیزیولوژیکی دو رقم سیب. فرایند و کارکرد گیاهی، جلد 3. شماره 7. 122- 115.

Akgul, A., 1989, Antimicrobial activity of black cumin (Nigella Sativa) essential oil, Gazi. Univ. Eczacilik. Fak. *Derg*. 6(1), 63-68.

Arras G. and Vsai M., 2001, Fungitoxic activity of 12 essential oils against four postharvest citrus pathogens: chemical analysis of thymus capitates oil and its effect in subatomospheric pressure condition. *Journal of Food Protection*, 64:1025-1029.

Cano, M. P., J. L. De laPlaza and L. Munaz- Delgado, 1987, Effect of several post- harvest fungicide treatments on carbohydrate evaluation of cold stored apples. *Food Chemistry*, 25(2), 135-144.

Gharby, S., Harhar , H., Guillaume, D., Roudani, A., Boulbaroud, S., Ibrahimi, M., Ahmad, M., Sultana, S., Ben Hadda, T., Chafchaouni-Moussaoui, I., Charrouf, I. , 2015, Chemical investigation of Nigella sativa L. seed oil produced in Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 14, 172–177.

Hanafy, M.S.M., Hatem, M.E., 1991, Studies on the antimicrobial activity of Nigella Sativa seed (black cumin). *Elsevier scientific*, 34(213), 273-278.

ISIK, S., Kartal, S., Erdem, A., 2017, Quantitative analysis of Thymoquinone seed and commercial seed oil s and seed oil capsules from Turkey, Journal of Faculty Pharmacology. *Ankara*, 41(1), 34-41.

Ju, Z. and Curry, E. A., 2000a, Stripped corn oil emulsion alters ripening, reduces superficial scald, and reduces core flush in ‘Granny Smith’ apples and decay in ‘d’Anjou’ pears *Postharvest Biology and Technology*, 20, 185 – 193.

Ju, Z. and Curry, E. A., 2000b, Stripped corn oil controls scald and maintains volatile production potential in “Golden Suprem” and “Delicious” apples. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 48, 2133-2137.

Kahsai, A.W., 2002, Isolation and characterization of active ingredients from Nigella sativa for antibacterial screening. MSc thesis. *East Tennessee State University*, USA

Karaman, S., Digrak, M., Ravid, U., Ilcim, A.m., 2001, Antibacterial and antifungal activity of the essential oil of Thymus revolutus Celak from Thrkey. *Journal Ethnopharmacol*, 76, 183-186.

Kaskoos, R., 2011, Fatty acid composition of black cumin oil from Iraq. *Research Journal of Medicinal Plant*, 5:85–89.

Mehinagic, E., Royer,G. , Symoneaux, R., Bertrand, D., Jourjon, F., 2004, Prediction of the sensory quality of apples by physicalmeasurements, *Postharvest Biology and Technology* 34, 257–269.

Nunes, C., Usall, J., Teixido, N. And Vinas, I., 2001, Biological control of postharvest pear diseases using bacterium, Pantoea agglomerans CPA-2. Int. *Science of food and Microbiology*, 70, 53-61.

Oranusi, U.S. and Wesley, B., 2012, Microbiological Safety Assessment of Apple Fruits (Malus domestica Borkh) Sold in Owerri Imo State NigeriaU.S. WesleyAdvance Journal of Food Science and Technology, 4(2), 97-102.

Ramadan, M., Asker, M., and Tadros, M., 2012, Antiradical and antimicrobial properties of cold- pressed black cumin and cumin oils. *European Food Research Technology*. 234, 833– 844.

Rathee, P.S., Mishara, Sh., Kaushal, R., 1987, Activity of essential oil, fixed oil and unsaponifible matter of Nigella Sativa L., *Indian Journal of Pharmacology Science*, 44, 8-10.

Scott, K. J., Yuen, C. M. C. and Kim, G. H., 1995, Reduction of superficial scald of apples with vegetable oils. *Postharvest Biology and Technology*, 6, 219- 223.

Shayeb, El. and Mabrouk, SS., 1984, Utilization of some edible and medicinal plants to inhibit aflatoxin formation. *Nutrition Report international*, 29(2), 273-282.

Sholdberg, P. L. and Gaunce, A. P., 1995, Fumigation of fruit with acetic acid to prevent postharvest decay, *Hortscienc*e, 30(6), 1271-1275.

Snowdon A.L., 1990, A color atlas of post harvest disease and disorder of fruit and vegetables. Vol (1) university of cambridge, 170-216.

Soltani Pour, M.A., 2002, The Comparison of collected essence combinations of Majdae (Zhameria)'s Leaf at different growth stages from different parts of hor mozgan and the evaluation of allelopathic potential and antimicrobial properties of extracted essence. MA Student's Thesis of Plant Science, Faculty of Science, Shiraz University (in Persian).

Sus, V., L. and Vinas, 1990, Effect of disinfection on the fungal contamination of apple cold room store, evaluation of disinfectants in the control of penicilium expansun. *Microbiologie Aliments- Nutrition*, 8(1), 95-102.

Wu, C.S., Gao, Q.H., G uo, X.D., Yu, J. and Wang, M., 2012, Effect of ripening stage on physicochemical properties and antioxidant profiles of promising table fruits "pear jujube" (Ziziphus jujube Mill.). *Scientia Horticulturae*, 148, 177 -184 .

Zhang, H., Wang, L., Ying Dong, L. M., Jiang, S, Xu, B., Zheng, X., 2009, Biocontrol of major postharvest pathogens on apple using Rhodotorula glutinis and its effects on postharvest quality parameters. *Biological Control*, 48, 79–83.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 15, No. 4, Oct- Nov 2019, p. 507-516

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 15، شماره 4، مهر - آبان 1398، ص. 516-507

Comparison of antifungal effects of nigella sativa oil and extract with imazalil on two apple cultivars in cold storage

S. Einafshar*

Received: 2018.12.19
Accepted: 2019.06.16

Introduction: Apple and its products play a major role in the Iranian agricultural economy. Apple fruit, after grapes, is the most important product of the country. Iran is ranked fourth in the global production of apple. After harvesting, to maintain the quality of apples, the cold stores are used. Molds like *penicillium expansum* causes significant damage to the quality and the quantity of apples and fungicides such as imazalil are used to control them. These fungicides usually decompose in nature slowly, and the residue of them, compromise the health of consumers and the environment. Scientists try developing new antifungal environment friendly materials. *Nigella Sativa* oil and extract contain compounds such as Caron, Alfa-pinene, Sopinen, Beta-pinene and P-cimen. Alpha-pinene is a disinfectant material. Antimicrobial and antioxidant properties of *Nigella Sativa* have been reported in several studies. In this study, the possibility of replacing chemical fungicides such as Imazalil with *Nigella Sativa* oil and extract for extending the storage life of two apple varieties was investigated.

Materials and methods: The preservative effects of *Nigella Sativa* oil and extracts as an antimicrobial agent was compared with Imazalil fungicide for two cultivars of apples, Red and Golden Delicious. *Nigella Sativa* oil and extract were extracted by solvent extraction and they were sprayed at two concentrations (0.1 and 0.2%) on Red and Golden Delicious apple cultivars. The sprayed apples and the controls (samples containing imazalil without any additives) were kept in a cold store at 0°C for 6 months. During 6 months, total microbial count, mold and yeast, tissue hardness, brix, acidity, sensory, percentage of waste, moisture and vitamin C were tested each month.

Results and discussion: The results showed that Golden delicious variety with 8.16×10^3 had better bacterial properties, Brix (17.5), Moisture (80.07%) and Vitamin C (2.02 mg/100g) than that of Red Delicious. However, the texture of the Red Delicious variety (3.01N) showed more hardness than Red Delicious, less waste (3.63%) and higher overall acceptance (3.72). The effects of anti-microbial agents on the texture and acidity of apple cultivars were not significant, but it was significant on vitamin C ($P<0.05$). During storage for six months, all samples experienced a decrease in quality. In addition, there were increases in the total count of microbes (from 2.11×103 at first month to 15.33×103 at sixth month, mold and yeast (from 111 at first month to 6.25×103 at sixth month, and a significant decrease in other qualitative parameters. The effect of anti-microbial agents used in this research on mold and yeast was higher than that of total microbial count. Anti-microbial agents, especially *Nigella Sativa* oil and extract, had much lower mold and yeast content during the six months, than the control. The qualitative characteristics of the apple were also maintained. Therefore, *Nigella sativa* oil and extract are introduced as alternative to Imazalil that can prevent the microbial decay of apple.

Keywords: Fungicidal, Golden delicious apple variety, Imazalil, Nigella sativa, Storage Red, delicious apple variety

* Assistant Professor, Department of Agricultural Engineering Institute, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, IRAN.
(* Corresponding author E-mail: s.einafshar@areeo.ac.ir)